

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-168263**

(43)Date of publication of application : **22.06.1999**

(51)Int.Cl. **H01S 3/18**

(21)Application number : **10-268951**

(71)Applicant : **CANON INC**

(22)Date of filing : **07.09.1998**

(72)Inventor : **FURUKAWA YUKIO
ONOUCHI TOSHIHIKO**

(30)Priority

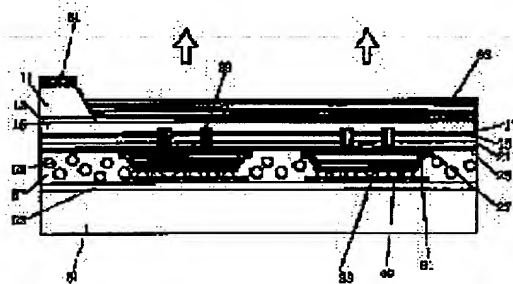
Priority number : **09282549** Priority date : **30.09.1997** Priority country : **JP**

(54) OPTICAL DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical device which is excellent in heat dissipating characteristic and easily manufactured.

SOLUTION: A first base which comprises a first board 11, at result, an optical function region supported by the first board 11, and electrical connectors 27 and 31 and a second base which comprises a second board 51 and an electrical connector 55 mounted on the second board 51, are fixed together with anisotropically conductive agents 57 and 59. The first base and the second base are electrically connected together through the intermediary of the electrical connectors 31 and 55. A distance between an active layer 17 of the optical function region and the second base can be lessened, and heat released from the active layer 17 is effectively exhausted to the second base.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-168263

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁴
H 0 1 S 3/18

識別記号
6 5 2

F I
H 0 1 S 3/18

6 5 2

審査請求 未請求 請求項の数24 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-268951
(22) 出願日 平成10年(1998) 9月7日
(31) 優先権主張番号 特願平9-282549
(32) 優先日 平9(1997) 9月30日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

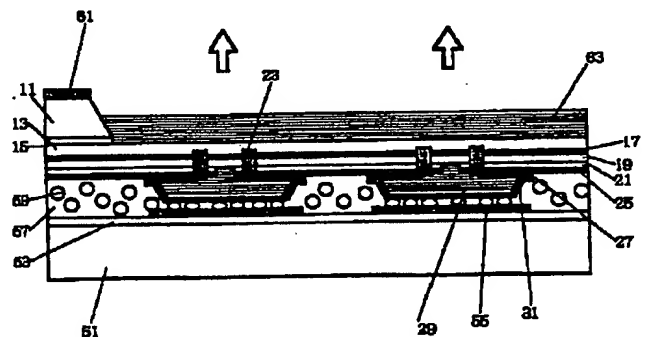
(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72) 発明者 古川 幸生
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72) 発明者 尾内 敏彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(74) 代理人 弁理士 加藤 一男

(54) 【発明の名称】 光デバイス装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 放熱性に優れ、作製の簡単な光デバイス装置である。

【解決手段】 第1の基板11および第1の基板11に支持されている少なくとも1つの光機能領域とこれに対応した電氣的接続部27、31を含む第1の基体と、第2の基板51および第2の基板51に搭載された電氣的接続部55を含む第2の基体とが、異方導電性接着剤57、59によって固定されている。両電氣的接続部31、55において第1の基体と第2の基体とが電氣的に接続されている。光機能領域の活性層17と第2の基体との距離を小さくでき、活性層17から発生した熱を効率よく第2の基体側に放出できる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の基板、第1の基板上に形成されている少なくとも1つの光機能領域、該光機能領域に電流を注入する或は電圧を印加する為に該光機能領域に対応して設けられた少なくとも1つの第1の電氣的接続部を含む第1の基体と、

第2の基板、該第1の電氣的接続部に対応して第2の基板に設けられた少なくとも1つの第2の電氣的接続部を含む第2の基体とが、

導電性粒子を含んだ接着剤であって、該基板に垂直な方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤によって固定されており、

前記対応する第1及び第2の電氣的接続部において第1の基体と第2の基体とが電氣的に接続されていることを特徴とする光デバイス装置。

【請求項2】前記第2の基体は、更に前記第2の電氣的接続部に繋がった電気配線あるいは電子回路を含むことを特徴とする請求項1に記載の光デバイス装置。

【請求項3】前記第1の基体と第2の基体とが電氣的に接続される前記第1及び第2の電氣的接続部において、両基体の最表面に電極が存在しており、該第1及び第2の電氣的接続部における第1の基体と第2の基体の距離が、電氣的非接続部における第1の基体と第2の基体の距離に比べ小さくなるように、第1の基体または第2の基体において、該第1または第2の電氣的接続部の電極の上面が突き出ていることを特徴とする請求項1または2に記載の光デバイス装置。

【請求項4】電氣的非接続部における第1の基体と第2の基体との距離が導電性粒子の粒径よりも十分大きくなるように、第1の基体または第2の基体において、前記第1または第2の電氣的接続部の電極の上面が突き出ていることを特徴とする請求項1、2または3に記載の光デバイス装置。

【請求項5】電氣的非接続部において、第1の基体と第2の基体の少なくとも一方の最表面に絶縁層が存在していることを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項6】前記光機能領域は発光領域であることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項7】前記第1の基体は、発光領域に対応して形成された第1の多層膜ミラーと、第1の基板上にエピタキシャル成長された活性層を含む半導体層と、第2の多層膜ミラーとを含んだ第1の基板側から光を取り出す面発光半導体レーザ構造を有していることを特徴とする請求項6に記載の光デバイス装置。

【請求項8】前記異方導電性接着剤によって固定された後に第1の基板の全域或はほぼ全域を除去してなることを特徴とする請求項7に記載の光デバイス装置。

【請求項9】前記第1の電氣的接続部の大きさが発光領域よりも十分大きいことを特徴とする請求項7または8

に記載の光デバイス装置。

【請求項10】前記第1の基体は、第1の多層膜ミラーと前記第1の電氣的接続部の電極を含む第1の凸部を有しており、第1の多層膜ミラーの径が発光領域の径よりも十分大きいことを特徴とする請求項7、8または9に記載の光デバイス装置。

【請求項11】前記第1の基体は、光機能領域に対応して設けられた前記第1の電氣的接続部を含む第1の凸部と、光機能領域の近傍に設けられた第1の凸部より若干低い高さを有する第2の凸部を有しており、該第1の凸部は第2の基体と該第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されており、第2の凸部は第2の基体と電氣的に絶縁されていることを特徴とする請求項1乃至10の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項12】前記第1の凸部は第1の多層膜ミラーと前記第1の電氣的接続部の電極を含んでおり、第2の凸部は第1の多層膜ミラーを含んでいることを特徴とする請求項11に記載の光デバイス装置。

【請求項13】前記第1の基体は、光機能領域に対応して設けられた電氣的接続部を含む第1の凸部と、光機能領域の近傍に設けられた第1の凸部とほぼ同じ高さを有する電氣的接続部を含む第2の凸部を有しており、該第1の凸部は第2の基体と第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されており、第2の凸部も第2の基体と第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至10の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項14】前記第1の凸部及び第2の凸部は第1の多層膜ミラーと前記第1の電氣的接続部の電極を含んでいることを特徴とする請求項13に記載の光デバイス装置。

【請求項15】前記第1の基体と第2の基体を貼り付けた後に第1の基板の全域或はほぼ全域を除去し、除去して現れた半導体面に第2の多層膜ミラーを形成した構成であることを特徴とする請求項6乃至14の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項16】前記第2の多層膜ミラーが誘電体多層膜からなることを特徴とする請求項15に記載の光デバイス装置。

【請求項17】前記第1、第2の多層膜ミラーが、共に第1の基板にエピタキシャル成長された半導体多層膜からなることを特徴とする請求項6乃至15の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項18】前記第1の基体が端面発光型半導体レーザ構造を有していることを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項19】前記異方導電性接着剤が、接着性を有する絶縁性樹脂、及び該絶縁性樹脂中に配合された導電性粒子からなることを特徴とする請求項1乃至18の何れ

(3)

かに記載の光デバイス装置。

【請求項20】前記絶縁性樹脂が、熱硬化型樹脂、熱可塑性樹脂、もしくは紫外線硬化型樹脂であることを特徴とする請求項19に記載の光デバイス装置。

【請求項21】前記異方導電性接着剤がペースト状の接着剤であることを特徴とする請求項19または20に記載の光デバイス装置。

【請求項22】前記異方導電性接着剤がシート状の接着剤であることを特徴とする請求項19または20に記載の光デバイス装置。

【請求項23】第2の基板が熱伝導性のよい材料であることを特徴とする請求項1乃至22の何れかに記載の光デバイス装置。

【請求項24】第1の基板上に活性層を含む半導体層をエピタキシャル成長する工程、

第1の基板上に少なくとも1つの活性領域と活性領域に電流を注入するか或は電圧を印加するための第1の電気的接続部を形成して第1の基体を構成する工程、

第2の基板上に前記第1の電気的接続部に対応した少なくとも1つの第2の電気的接続部を形成して第2の基体を構成する工程、

導電性粒子を含んだ接着剤であって、前記基板に垂直な方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤によって第1の基体と第2の基体を接合し、前記対応する第1及び第2の電気的接続部において第1の基体と第2の基体とを電気的に接続する工程、

を有することを特徴とする光デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光デバイスや半導体受光デバイスなど、特に基板に垂直な方向に光を発する垂直共振器型面発光半導体レーザなどの光デバイス装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】大容量の光通信や光インターコネクションを実現するために、複数のレーザ素子をアレイ状に配置し、光情報を並列に伝送する研究が進められている。このアレイ化に適した発光デバイスとして、垂直共振器型面発光半導体レーザ (Vertical Cavity Surface Emitting Laser: VCSEL) が注目されている。面発光半導体レーザは、上下2つの反射ミラーで構成された共振器長数 μm のファブリペロー共振器であるのが一般的である。そして、低しきい値化を実現するために、発振波長において吸収が小さく、できるだけ反射率の高い反射ミラーが要求され、通常2種の屈折率の異なる材料を1/4波長の厚さで交互に積層した多層膜が用いられる。

【0003】また、半導体材料の選択によって、様々な波長の面発光半導体レーザを構成することが可能である。例えば、発振波長0.85 μm や0.98 μm のGaAs系面発光半導体レーザと、発振波長1.3 μm や

1.55 μm のInP系面発光半導体レーザが良く知られている。

【0004】GaAs系の場合、ミラーとしてはGaAs基板上にエピタキシャル成長が可能なAlAs/(Al)GaAs多層膜を用いるのが一般的である。一方、InP系の場合、InP基板上にエピタキシャル成長が可能なInGaAsP/InPでは屈折率差が小さく高反射率が得にくいいため、他の材料、例えばSiO₂/Si多層膜やAl₂O₃/Si多層膜などが用いられている。また、InP基板上に成長した活性層を含む半導体層上に、別のGaAs基板上に成長したAlAs/(Al)GaAs多層膜を貼り合わせて形成するといった手法も知られている。

【0005】アレイ化した面発光半導体レーザに電極取り出し構造を設けるためには、面発光半導体レーザの表面に直接電極引き出しパターンを形成するといった手法がある。また、他の基板に配線パターンを形成し、それとレーザ基板を貼り付けるという手法も提案されている。例えば、図8に示すように、電気配線を搭載したAlN基板の電極とAlGaAs基板上の面発光半導体レーザ表面の電極とを、はんだバンプを用いて電気的に接続するものがある (特開平7-283486号参照)。必要に応じてはんだバンプの回りを樹脂で埋め込んでもよい。他には、図9に示すように、電気配線を搭載した基板 (第2の基板) の電極と第1の基板上の面発光半導体レーザ表面の電極を直接接続して、まわりを樹脂で固めるといった手法もある (特開平8-153935号参照)。

【0006】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、面発光半導体レーザの表面に直接電極引き出しパターンを形成した場合、レーザ領域の回りに電極パッドが必要になるため、レーザウエハの利用効率が低下し、コストがかかる。

【0007】また、他の基板に配線パターンを形成し、それとレーザ基板を貼り付ける場合、例えば、図8のはんだバンプを用いた電極取り出し構造においては、はんだバンプの径が数10から100 μm 程度であるため、活性層から電気配線を搭載した基板までの距離がはんだバンプ径で限定されてしまい、放熱性が悪いという欠点がある。また、所定位置に多数のはんだバンプを配置する必要がある、作成工程が煩雑になることは否めない。

【0008】図9の電気配線を搭載した基板の電極と面発光半導体レーザ表面の電極を直接接続して、まわりを樹脂で固める手法を用いた場合、活性層から電気配線を搭載した基板 (第2の基板) までの距離は図8の例に比べ小さくすることが可能である。しかし、上下の電極の間に挟まった樹脂の影響で抵抗が増加したり、最悪の場合は絶縁されてしまいコンタクトが取れないなどという、歩留まりの問題があった。また、表面状態に敏感

(4)

で、表面に絶縁物のゴミが付着していたり、酸化膜で覆われていたりした場合、コンタクトを得るのが困難になるといった問題もある。

【0009】また、面発光半導体レーザにおいて、半導体材料と発振波長帯によっては基板を除去する必要がある。例えば、GaAs基板を用いて発振波長0.85 μ mの面発光半導体レーザを作製する場合、GaAs基板は不透明であるため、基板側から光を取り出すためには基板を除去する必要がある。その他、InP基板を用いて発振波長1.3 μ mあるいは1.55 μ mの面発光半導体レーザを作製する場合、InP基板を除去した後に誘電体からなる多層膜ミラーを成膜する必要がある。そのため、面発光半導体レーザの発光領域に応じて半導体基板をホール状にエッチングすることが行われている。このホール状エッチングを再現性よく行うことは困難であり、また、個々の半導体レーザに対してホール状にエッチングすることは、半導体レーザをアレイ化した際の高密度化を妨げる要因ともなっている。さらには、ホール部にSiO₂/Si多層膜やAl₂O₃/Si多層膜といった多層膜を再現性良く成膜することも難しく、歩留まりを下げる要因となる。

【0010】図8、図9の例においても、半導体材料と発振波長帯によっては基板を除去する必要がある（図8の例では基板除去を不要にするため発振波長に対し透明なAlGaAs基板を用いているが、この基板は一般的でなくコストがかかる）が、この場合、こうした問題がある。電極付き基板を保持基板として、レーザ基板を貼り付けた後に全面にわたり半導体基板を除去する方法も考えられるが、図8、図9の例では、半導体基板を全面にわたって除去することについて考慮されていない。具体的には、除去後の膜厚が数 μ mになったときの応力や熱膨張などによって活性層にストレスがかかり、発振しきい値の上昇や効率の低下を招いてしまうという欠点がある。

【0011】このような課題に鑑み、本発明の目的は、放熱性に優れ、作製の簡単なVCSEL装置などの光デバイス装置及びその製造方法を提供することにある。本発明は、特に発熱の大きい発光デバイス装置において効果を発揮するが、他の光デバイス装置でも優れた放熱性を実現するものである。

【0012】

【課題を解決する手段および作用】上記目的を達成するための本発明の光デバイスは、第1の基板、第1の基板上に形成されている少なくとも1つの光機能領域（発光領域、受光領域など）、光機能領域に電流を注入する或は電圧を印加する為に光機能領域に対応して設けられた少なくとも1つの第1の電気的接続部を含む第1の基体と、第2の基板、第1の電気的接続部に対応して第2の基板に設けられた少なくとも1つの第2の電気的接続部（電気配線あるいは電子回路などを含んでもよい）を含

む第2の基体とが、導電性粒子を含んだ接着剤であって、基板に垂直な方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤によって固定されており、前記対応する第1及び第2の電気的接続部において第1の基体と第2の基体とが電気的に接続されていることを特徴とする。この構成により、光機能領域の活性層と第2の基体との距離を小さくでき、活性層から発生した熱を効率よく第2の基体側に放出できる。

【0013】より具体的には以下の様にもできる。第1の基体と第2の基体とが電気的に接続される第1及び第2の電気的接続部において、両基体の最表面に電極が存在しており、第1及び第2の電気的接続部における第1の基体と第2の基体の距離が、電気的非接続部における第1の基体と第2の基体の距離に比べ小さくなるように、第1の基体または第2の基体において、第1または第2の電気的接続部の電極の上面が突き出ている。この構成により、電気的接続部でのコンタクトを確実にでき、さらに歩留まりを向上できる。

【0014】電気的非接続部における第1の基体と第2の基体との距離が導電性粒子の粒径よりも十分大きくなるように、第1の基体または第2の基体において、第1または第2の電気的接続部の電極の上面が突き出ている。この構成により、電気的接続部以外で電気的接続が起きることを防ぐことができ、さらに歩留まりを向上できる。

【0015】電気的非接続部において、第1の基体と第2の基体の少なくとも一方の最表面に絶縁層が存在している。この構成によっても、電気的接続部以外で電気的接続が起きることを防ぐことができ、さらに歩留まりを向上できる。

【0016】前記光機能領域は、典型的には、発光領域である。この構成において、第1の基体は、発光領域に対応して形成された第1の多層膜ミラーと、第1の基板上にエピタキシャル成長された活性層を含む半導体層と、第2の多層膜ミラーとを含んだ第1の基板側から光を取り出す面発光半導体レーザ構造を有している様にできる。この構成により、上記の構成において面発光半導体レーザが構成できる。更に、異方導電性接着剤によって固定された後に第1の基板の少なくとも一部（典型的には、全域或はほぼ全域）を除去してなる様にできる。この構成により、各光機能領域に対してホール状エッチングすることなく成長基板である第1の基板の除去が可能であるので、製造工程が簡単化できそして生産性が向上する。また、デバイスが安定に作製でき、成長基板側から光を取り出すのが容易で、アレイ化に適した構造の面発光半導体レーザを実現できる。

【0017】第1の電気的接続部の大きさが光機能領域よりも十分大きい。この構成により、接着剤が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが光機能領域に伝わりにくくなり、たとえ成長基板を除去

(5)

しても光デバイスの特性を劣化させることがなくなる。即ち、基板除去時の影響を小さくすることで、より特性を安定させた面発光半導体レーザ等を実現できる。

【0018】第1の基体は、第1の多層膜ミラーと第1の電氣的接続部の電極を含む第1の凸部を有しており、第1の基板に平行な面内での第1の多層膜ミラーの径が光機能領域の径よりも十分大きい。この構成によっても、接着剤が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが光機能領域に伝わりにくくなり、たとえ成長基板を除去しても光機能領域の特性を劣化させることがなくなる。

【0019】第1の基体は、光機能領域に対応して設けられた第1の電氣的接続部を含む第1の凸部と、光機能領域の近傍に設けられた第1の凸部より若干低い高さを有する第2の凸部を有しており、第1の凸部は第2の基体と第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されており、第2の凸部は第2の基体と電氣的に絶縁されている。この構成によっても、接着剤が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが光機能領域に伝わりにくくなり、たとえ成長基板を除去しても光機能領域の特性を劣化させることがなくなる。この構成において、第1の凸部は第1の多層膜ミラーと第1の電氣的接続部の電極を含んでおり、第2の凸部は第1の多層膜ミラーを含んでいる様にできる。

【0020】第1の基体は、光機能領域に対応して設けられた電氣的接続部を含む第1の凸部と、光機能領域の近傍に設けられた第1の凸部とほぼ同じ高さを有する電氣的接続部を含む第2の凸部を有しており、第1の凸部は第2の基体と第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されており、第2の凸部も第2の基体と第1の電氣的接続部を介して電氣的に接続されている。この構成により、光機能領域の両電極を同じ基板側に取り出す構成にできるので電氣的取り回しが簡単になり生産性が向上し、更に接着剤が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが光機能領域に伝わりにくくなり、たとえ基板を除去しても発光領域の特性を劣化させることがなくなる。この構成において、第1の凸部は第1の多層膜ミラーと第1の電氣的接続部の電極を含んでおり、第2の凸部も第1の多層膜ミラーと第1の電氣的接続部の電極を含む様にできる。この構成は容易に作製できる。

【0021】第1の基体と第2の基体を貼り付けた後に第1の基板の全域或はほぼ全域を除去し、除去して現れた半導体面に第2の多層膜ミラーを形成した構成である（とくに、第2の多層膜ミラーが誘電体多層膜から成ったりする）。この構成により、ホール部への成膜が不要であるのでミラーの成膜が簡単になり歩留まり及び生産性が向上する。

【0022】第1、第2の多層膜ミラーが、共に第1の基板にエピタキシャル成長された半導体多層膜からな

る。この構成により、半導体多層膜ミラーを用いた上記のような面発光半導体レーザ等の作製が可能になる。多層膜ミラーと半導体エピ層とを連続的に積層できるので製造工程が簡単化される。

【0023】第1の基体が端面発光型半導体レーザ構造を有している。この構成により、上記のような構成において、端面発光型半導体レーザが構成できる。

【0024】異方導電性接着剤が、接着性を有する絶縁性樹脂、及び該絶縁性樹脂中に配合された導電性粒子からなる。更には、絶縁性樹脂が、熱硬化型樹脂、熱可塑性樹脂、もしくは紫外線硬化型樹脂であり、異方導電性接着剤がペースト状或はシート状の接着剤である。この構成により、加圧しながら、加熱あるいは紫外線を照射することで異方導電性接続を得ることができる。さらに、絶縁性樹脂が熱可塑性樹脂である場合には、リペア（接着後に電極の位置ずれがあるときに、再加熱により接着剤を溶融させて基板を引き剥がし、溶剤で洗浄して、再利用可能にすること）することが可能となり、生産性が向上する。

【0025】第2の基板が熱伝導性のよい材料である。この構成により、発光デバイスなどの光デバイスの放熱をより容易にすることが可能となる。

【0026】更に、上記目的を達成するための本発明の光デバイスの製造方法は、第1の基板上に活性層を含む半導体層をエピタキシャル成長する工程、第1の基板上に少なくとも1つの活性領域と活性領域に電流を注入するか或は電圧を印加するための第1の電氣的接続部を形成して第1の基体を構成する工程、第2の基板上に前記第1の電氣的接続部に対応した少なくとも1つの第2の電氣的接続部を形成して第2の基体を構成する工程、導電性粒子を含んだ接着剤であって、前記基板に垂直な方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤によって第1の基体と第2の基体を接合し、前記対応する第1及び第2の電氣的接続部において第1の基体と第2の基体とを電氣的に接続する工程、を有することを特徴とする。

【0027】本発明の原理を具体例を用いて説明する。上記目的を達成するため、本発明では、面発光半導体レーザ等の発光素子などの光デバイスを搭載した第1の基体と、電氣的接続部（電気配線あるいは電子回路などを含んでもよい）を搭載した第2の基体とを、上記のいわゆる異方導電性接着剤によって固定し、所定部分において第1の基体と第2の基体とが電氣的に接続することにより発光デバイス装置を構成している。面発光半導体レーザ装置を例にとり、図1を用いて説明する。第1の基体において、第1の基板は例えばInP基板であり、第1の基板上に活性層を含む半導体層をエピタキシャル成長し、発光領域のまわりをドーナツ状にエッチングしてポリイミドなどを埋め込む。さらに、発光領域以外の部分をSiN_xなどの絶縁層で覆った後に窓をあけた電極を成膜し、窓部分のコンタクト層を除去する。次いで、誘

(6)

電体多層膜ミラーをRFスパッタ法などで形成し、ミラーを電極で覆う。

【0028】第2の基体において、第2の基板は例えばSi基板であり、表面に熱酸化膜を形成した後に電極を形成する。図1には示していないが、この電極はパッドを備えた配線などに接続されていてもよい。次いで、第2の基体上に異方導電性接着剤を配置し、電極同士が接着するように第1の基体を第2の基体に対して合わせて加圧・加熱することによって、両者は接着される。

【0029】異方導電性接着剤は、特開昭62-260877号、特開昭62-165886号等に提案されており、基本的には、接着性を有する絶縁性樹脂と、その樹脂中に配合された導電性粒子からなる。絶縁性樹脂としては、熱硬化型樹脂、熱可塑性樹脂もしくは紫外線硬化型樹脂が用いられる。導電性粒子は例えばプラスチック粒子に金をコーティングしたものや、Ni等の金属粒子に金をコーティングしたものであり、用途にもよるが、導電性粒子は体積比で0.1から10%程度含まれるのが一般的である。印刷等で塗布可能なペースト状のタイプ（例えば、ハイソール株式会社製の接着剤TG90001）や、予めシート状に加工したタイプ（例えば、日立化成工業株式会社製の接着剤FC-100）などが市販されている。

【0030】このような異方導電性接着剤を挿んで、2つの基板を圧縮加熱することにより、電極と電極に挟まれた部分では、導電性粒子が変形して電極と密着したり（プラスチック粒子のような比較的柔らかい場合に起こり、接触面積の増加による抵抗低減の効果がある）、導電性粒子の一部が電極にめり込んだり（Ni粒子のような比較的固い場合に起こり、電極表面の酸化層を破壊して確実な導通を得る）して上下の導通が可能になる。一方、その他の部分では粒子は絶縁性樹脂中に浮遊した状態であり導通はとれない。よって、上下方向には導電性、水平方向には絶縁性の、いわゆる異方導電性を得ることができる。

【0031】通常の銀ペースト等の導電性接着剤も、樹脂と導電性粒子の組み合わせであることが多いが、この場合は体積比で80%程度の導電性粒子が含まれるのが一般的であり、水平方向にも導通してしまい、異方導電性は得られない。

【0032】導電性粒子の粒径は1 μ m程度から10 μ m程度であり、貼り付け基板の形状に合わせて適当なものを選べばよい。例えば粒径4 μ mのものを選んだ場合、第1の基体と第2の基体の距離は4 μ m以下になる。これは、はんだパンプを用いた場合（図8に対応）に比べ一桁小さい値であり、優れた放熱性を実現する。また、直接電極同士を接続して回りを樹脂で固めた場合（図9に対応）に比べ、粒子の粒径と同程度のゴミが附着していても問題無く接続でき、歩留まりが向上する。この作用は、面発光半導体レーザに限らず、例えば端面

発光型半導体レーザなどであっても達成される。

【0033】さらに、絶縁性樹脂として熱可塑性樹脂を用いた場合、接着後に電極の位置ずれがあっても、再加熱により接着剤を溶融させて基板を引き剥がし溶剤で洗浄して、再び利用することができるので、生産性を向上させることができる。

【0034】さらに、本発明の光デバイス装置においては、第2の基体を保持基板として用いることができるので、各光機能領域に対応して部分的にホールエッチングすることなく、第1の基体側の第1の基板を容易に除去することが可能となり、特に面発光半導体レーザにおいて、歩留まりを向上させることや高密度アレイ化が可能となる。

【0035】この点を図1を用いて説明する。第2の基体に貼り付けを行った後に、第1の基板のほぼ全面を選択ウェットエッチングなどの方法を用いて除去する。除去後、半導体層の膜厚は1 μ mから数 μ mになる。この状態において、接着剤が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが発光領域に伝わりにくくするため、接着する部分すなわち誘電体ミラーの部分の大きさを発光領域の径に比べ大きくしている。そのため、成長基板を除去しても発光デバイスの特性を劣化させることがない。さらに、除去して現れた半導体面に誘電体多層膜ミラーを成膜する（LEDの場合はこれを省いてもよい）。この場合、平坦な基板に成膜するのと同様であるので、ホール部に成膜する場合に比べ歩留まりが向上する。

【0036】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に述べる。

【0037】第1の実施例

図1、図2、図3を用いて本発明による第1の実施例を説明する。図1は本実施例による面発光半導体レーザの断面図、図2、図3は作製工程を説明する図である。まず、図2を用いて第1の基体について説明する。n-InP基板11上に、厚さ0.2 μ mのn-InGaAsエッチストップ層13、厚さ2.0 μ mのn-InPスペーサ層15、厚さ0.7 μ mのu(undoped)-InGaAsP（バンドギャップ波長1.3 μ m）のバルク活性層17、厚さ1.0 μ mのp-InPスペーサ層19、厚さ0.2 μ mのp-InGaAsPコンタクト層21を順次成長する（図2（a））。成長手段はたとえばMOCVD、MBE、CBE等の方法で行う。

【0038】さらに、個々の発光領域のまわりをRIE法などでドーナツ状にエッチングして、エッチング部分をポリイミド23で埋め込む（図2（b）、

（c））。発光領域は、例えば、直径20 μ mの円形で、ドーナツ形状にエッチングした外形は40 μ mの円形とする。図2には示していないが、ポリイミド23で埋め込む前に後に作製する多層膜ミラーの有効径に合わ

(7)

せて、活性層17を15 μm 程度まで硫酸系エッチャントで選択ウエットエッチングしてもよい。

【0039】次に、発光領域以外の部分を絶縁するために SiN_x 25で覆った後に直径15 μm の窓をあけた厚さ0.5 μm の Cr/Au からなるp電極27を蒸着し、窓部分のコンタクト層21を除去する(図2

(d)、(e)、(f))。次いで、厚さ2.5 μm 、直径100 μm の $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ からなる多層膜ミラー29をRFスパッタ法などで形成し、ミラー29を厚さ0.5 μm の Au 電極31で覆う(図2(g)、

(h))。以上で、第1の基体の貼り付け面側の加工を終了する。

【0040】図3を用いて、貼り付け工程について説明する。第1の基体は上記の工程で作製したものを上下反転させてある(図3(a)左)。第1の基体については、その後の基板除去を簡単にするために100 μm 程度まで予め基板11を研磨しておいてもよい。第2の基体は、 Si 基板51の表面に熱酸化膜53を形成した後、例えば、厚さ1 μm の Cr/Au からなる電極55を形成してなる。図3には示していないが、この電極55はパッドを備えた配線に接続されている。このように作製された第2の基体上に、導電性粒子59を含んだ熱硬化樹脂57を塗布する(図3(a)右)。導電性粒子59は Ni の金属粒子に金をコーティングしたものであり、粒径4 μm 程度のものである。そして、第1の基体と第2の基体は、それらの電極部分が接触するようにそれぞれを合わせて、3 kgf/cm^2 の圧力を加えながら200 $^\circ\text{C}$ に加熱して樹脂57を硬化させる(図3

(b))。加圧・加熱することにより、電極31と電極55に挟まれた部分では導電性粒子59が変形したり一部が電極にめり込んだりして上下の導通が可能になる。一方、その他の部分では粒子59は樹脂57中に浮遊した状態であり導通はとれない。

【0041】このように貼り付けを行った場合、第1の基体と第2の基体の距離は4 μm 以下になる。これは、はんだバンプを用いた場合(図8に対応)に比べ桁小さい値であり、これにより本発明のデバイスは放熱性に優れている。また、直接電極同士を接続して回りを樹脂で固めた場合(図9に対応)に比べ、粒子59の粒径と同程度のゴミが付着していても問題無く接続でき、歩留まりが向上する。

【0042】次に、一部分に AuGe/Au からなるn電極61を成膜した後に、基板11を塩酸系エッチャントでエッチストップ層13までエッチングし、さらに、エッチストップ層13を硫酸系エッチャントでエッチングして除去する(図3(c))。このとき、ほぼ全面にわたってエッチングすることができるので、ホール状エッチングする場合に比べ、工程が簡単で歩留まりが向上する。除去後、半導体層の膜厚は4 μm 程度になる。この状態において、樹脂57が収縮することによる応力や

熱膨張などによって生じるストレスが発光領域に伝わりにくくするため、接着する部分すなわち多層膜ミラー29の部分の大きさを発光領域の径に比べ大きくしている。そのため、基板11を除去してもレーザの特性を劣化させることがない。さらに、基板11とエッチストップ層13を除去して現れた半導体面に $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ からなる多層膜ミラー63を成膜する(図3(d))。この場合、平坦な基板に成膜するのと同様であるので、ホール部に成膜する場合に比べ歩留まりが向上する。

【0043】このような方法を用いて、4 \times 4の面発光半導体レーザアレイを作製したところ、しきい値や発振波長、パワーなどの特性のばらつきは殆どなかった。各半導体レーザの動作は、共通電極61と所望の電極55の間で配線を介して電流を流すことで行なわれる。

【0044】本実施例において、第2の基体には電気配線の代わりに電子回路の電極が設けてあってもよく、基板51として Si 以外であってもよく、例えば AlN などでもよい。

【0045】また、導電性粒子として Ni 粒子に金をコーティングしたものを用いたが、これに限ったものではなく、例えば、プラスチック粒子に金をコーティングしたものであってもよい。また、その粒径も構造に応じて適当なものを選べばよい。加えて、紫外線硬化型樹脂を用いてもよい。この場合、第2の基体に用いる基板51としては紫外線を透過するタイプのものが望ましい。さらに、導電粒子を配合した樹脂を予めシート状に加工したものを第1の基体と第2の基体の間に挿入し、加圧・加熱することにより接着を行ってもよい。また、熱可塑性樹脂を用いてもよい。この場合、接着後に電極の位置ずれがあっても、再加熱により接着剤を溶融させて基板を引き剥がし溶剤で洗浄して、再び利用することができるので、生産性を向上させるという効果がある。

【0046】また、n電極61を、貼り付けを行った後に成膜しているが、貼り付けを行う前に予め成膜しておいてもよい。さらに、活性層17として、バルクではなくMQW構造のものを用いてもよく、p-InP基板を用いてレーザの作製を行ってもよい。

【0047】加えて、多層膜ミラー29、63は $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ に限ったものではなく、例えば、 SiO_2/Si 、 MgO/Si であってもよい。

【0048】第2の実施例

図4を用いて本発明による第2の実施例を説明する。図4は本実施例による面発光半導体レーザの断面図である。本実施例は、p電極、n電極ともに第2の基体側から取り出せる構造になっている。構造は殆ど第1の実施例と同様であり重複する部分の詳しい説明は省略する。図4において、図1と同一の部分には同じ番号を付けてある。

【0049】本実施例では、第1の基体は、発光領域以外の部分の一部において、n-InPスペーサ層15が

(8)

露出するようにエッチングされている。そして、この部分でn側のコンタクトがとれるようにn電極101が成膜されている。このとき、n電極101とp電極27とを共に、両極性に対応できる電極、例えばTi/Pt/Auで構成しておけば、同時に成膜することが可能となる。さらに、多層膜ミラー29を成膜する際に同時に多層膜ミラーと同一の構成のバンプ103を形成し、その上をAuからなる電極105で覆う。このように作製した第1の基体を第1の実施例と同様の方法で第2の基体に貼り付け、その後、基板11およびエッチストップ層13を全面にわたって除去し、さらに、除去した上に多層膜ミラー63を成膜する。本実施例は、第1の実施例に比べ、基板11側にn電極をとるための領域を残す必要が無いので、作製がより簡単になるという利点がある。さらに、n電極、p電極双方を第2の基体側から取り出せるので、ICパッケージへの実装が容易になる、第2の基体に電子回路を設けた場合の整合性が良い、等の利点がある。その他の点は第1実施例と同じである。

【0050】第3の実施例

図5を用いて本発明による第3の実施例を説明する。図5は本実施例による面発光半導体レーザの断面図である。第2の基体は第1の実施例と同様の構造であり、同一の番号をつけてある。第1の基体について以下に説明する。n-GaAs基板(図5中においては後に除去されるため記されていない)上に、n-Al_{0.1}Ga_{0.9}As/n-AlAsからなる半導体多層膜ミラー213、厚さ0.11μmのu-Al_{0.6}Ga_{0.4}Asスペーサ層215、u-In_{0.3}Ga_{0.7}As/u-GaAsからなる量子井戸構造の活性層217(バンドギャップ波長0.85μm)、厚さ0.11μmのu-Al_{0.6}Ga_{0.4}Asスペーサ層219、p-Al_{0.1}Ga_{0.9}As/p-AlAsからなる半導体多層膜ミラー221を順次成長する。成長手段はたとえばMOCVD、MBE、CBE等の方法で行う。

【0051】さらに、RIBE法などで、円柱状の発光領域の周囲をドーナツ状の土手が囲った形にエッチングする。発光領域は例えば直径25μmの円形で、土手は内径が50μm外形が90μmのドーナツ状とする。図5には示していないが、発光領域の半導体多層膜ミラー221のAlAsを選択的に酸化することにより、電流狭窄構造を設けてもよい。そして、発光領域の多層膜ミラー221上にTi/Pt/Auからなるp電極223を成膜して、第1の基体の貼り付け面側の加工を終了する。

【0052】次に、このように作製した第1の基体を第1の実施例と同様の方法で第2の基体に貼り付けた後、n-GaAs基板(図5中表示なし)を全面にわたって除去し、発光領域以外の一部分にTi/Pt/Auからなるn電極225を成膜する。本実施例における面発光半導体レーザにおいて、発振波長に対して成長基板は不

透明であるので除去する必要がある。本実施例では、樹脂57が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが発光領域に伝わりにくくするため、発光領域の回りに発光領域の円柱の高さよりも若干低い高さを有する土手を形成している。よって、成長基板全面を除去してもレーザの特性を劣化させることがない。すなわち、ホール状エッチングすることなく、第2の基体を支持基板としてn-GaAs基板(図5中表示なし)を全面にわたって除去できるので、工程が簡単で歩留まりが向上する。このような方法を用いて、4×4の面発光半導体レーザアレイを作製したところ、しきい値や波長、パワーなどの特性のばらつきは殆どなかった。

【0053】本実施例において、n電極225を、貼り付け基板51への貼り付けを行った後に成膜しているが、貼り付けを行う前に予め成膜しておいてもよい。また、活性層217として、バルク構造のものを用いてもよく、p-GaAs基板を用いてレーザの作製を行ってもよい。

【0054】第4の実施例

図6を用いて本発明による第4の実施例を説明する。図6は本実施例による面発光半導体レーザの断面図である。第1の基体の半導体層の構成は第3の実施例と同様の構造であり、同一の番号をつけてある。第1の基体について以下に説明する。n-GaAs基板(図6中においては後に除去されるため記されていない)上に半導体層を成膜した後に、発光領域のまわりをRIBE法などでドーナツ状にエッチングして、エッチング部分をポリイミド301で埋め込む。発光領域は、例えば、直径25μmの円形で、ドーナツ形状にエッチングした外形は50μmの円形とする。図6には示していないが、ポリイミド301で埋め込む前に発光領域の半導体多層膜ミラー221のAlAsを選択的に酸化することにより、電流狭窄構造を設けてもよい。次に、発光領域以外の部分を絶縁するためにSiN_x303で覆った後に、Ti/Pt/Auからなる直径80μmの円形のp電極305を蒸着する。以上で、第1の基体の貼り付け面側の加工を終了する。

【0055】第2の基体は、Si基板351の表面に熱酸化膜353を形成した後に、例えば、厚さ1μmのCr/Auからなる電極355を形成してあり、さらに電氣的接続部以外の領域を5μm程度エッチングしてある。図6には示していないが、この電極はパッドを備えた配線に接続されている。このように作製した第1、第2の基体を第1の実施例と同様の方法で第2の基体に貼り付けた後、n-GaAs基板(図6中表示なし)を全面にわたって除去し、発光領域以外の一部分にTi/Pt/Auからなるn電極225を成膜する。

【0056】本実施例においては、発光領域に比べ電氣的接続部が大きいので、樹脂57が収縮することによる応力や熱膨張などによって生じるストレスが発光領域に

(9)

伝わりにくくなっている。また、第2の基体の電氣的非接続部において基板が予めエッチングされているため、加圧時に不要な樹脂が効果的に電氣的接続部の外に押し出されるといった利点があり、さらに、樹脂59の粒径より電氣的非接続部の第1、第2の基体のギャップが大きいため、確実に絶縁をとることができる。本実施例において、第2の基体には電気配線の代わりに電子回路の電極が設けてあってもよく、基板としてSi以外であってもよく、例えばAlNなどでもよい。また、第2の実施例のように、p電極、n電極両方を第2の基板側から取り出す構成にしてもよい。動作などは上記実施例と同じである。

【0057】第1実施例から第4実施例において、光の取り出し側の反射ミラーを付けずに、LEDアレーとしてもよい。LEDの作製はその分容易になる。

【0058】第5の実施例

本発明は面発光半導体レーザだけでなく、端面発光型半導体レーザに適用してもよい。図7を用いて本発明による第5の実施例を説明する。図7は本発明による端面発光型半導体レーザの斜視断面図である。

【0059】第1の基体の構成について説明する。n-InP基板411上に、n-InGaAsP導波層413、u-InGaAsP（バンドギャップ波長1.3 μ m）のバルク活性層415、p-InGaAsPグレーティング層417、p-InPクラッド層419、p-InGaAsPコンタクト層421を順次成長する。成長手段はたとえばMOCVD、MBE、CBE等の方法で行う。グレーティング層417には回折格子418が形成されている。

【0060】さらに、クラッド層419、コンタクト層421をリッジ状にエッチングし、その上に、Cr/Auからなるp電極423、425、427を成膜する。最後に、AuGe/Auからなるn電極429を成膜する。また、両端面には反射防止膜が形成されている（図7中には示していない）。本実施例においては、1つの共振器に対し3つの独立な電流注入領域を設けた3電極構造のDFBレーザアレイを構成している。

【0061】第2の基体は、熱酸化膜53を形成したSi基板51上に、p電極423、425、427に対応した位置に電極453、455、457を成膜している。図7には示していないが、この電極453、455、457はパッドを備えた配線に接続されている。このように作製した第1、第2の基体を第1の実施例と同様の方法で貼り付けてレーザアレイが構成される。

【0062】第2の基体を介して電流注入を行なうことによりレーザを駆動する。例えば、各領域の電流注入量を制御することにより波長可変を行なうことも可能である。

【0063】本実施例においては、粒子59の粒径4 μ mの接着剤を用いた場合、第1の基体と第2の基体の距離は4 μ m以下になり、放熱性に優れ、歩留まりの良いレーザアレイを構成することができる。本実施例において、活性層としてはMQW構造のものを用いてもよい。また、DBRレーザやファブリ・ペロレーザであってもよく、2電極構造や単電極構造であっても勿論よい。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、放熱性に優れ、作製の簡単な光デバイス装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明による光デバイス装置の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】図2は第1の実施例の作成プロセスを説明する図である。

【図3】図3は第1の実施例の作成プロセスを説明する図である。

【図4】図4は本発明による光デバイス装置の第2の実施例を示す断面図である。

【図5】図5は本発明による光デバイス装置の第3の実施例を示す断面図である。

【図6】図6は本発明による光デバイス装置の第4の実施例を示す断面図である。

【図7】図7は本発明による光デバイス装置の第5の実施例を示す斜視断面図である。

【図8】図8は従来例を示す図である。

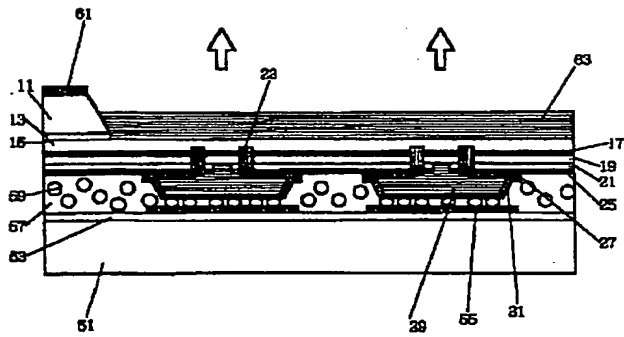
【図9】図9は他の従来例を示す図である。

【符号の説明】

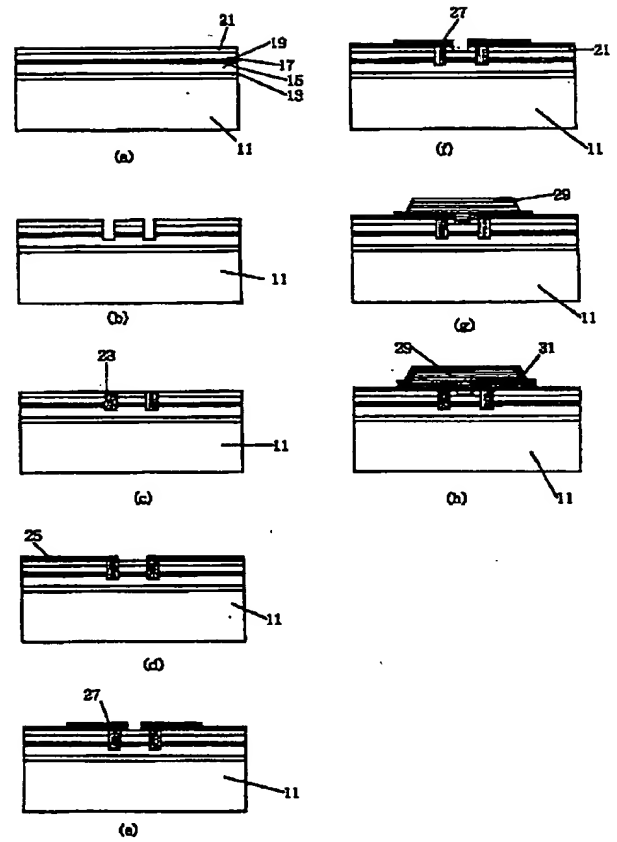
| | |
|--|------------------|
| 11, 51, 351, 411 | 基板 |
| 13 | エッチストップ層 |
| 15, 19, 215, 219 | スペーサ層 |
| 17, 217, 415 | 活性層 |
| 21, 421 | コンタクト層 |
| 23, 301 | ポリイミド |
| 25, 303 | SiN _x |
| 27, 31, 55, 61, 101, 105, 223, 25, 305, 355, 423, 425, 427, 429, 453, 455, 457 | 電極 |
| 29, 63, 213, 221 | 多層膜ミラー |
| 53, 353 | 熱酸化膜 |
| 57 | 樹脂 |
| 59 | 導電性粒子 |
| 103 | バンパ |
| 413 | 導波層 |
| 417 | グレーティング層 |
| 418 | 回折格子 |
| 419 | クラッド層 |

(10)

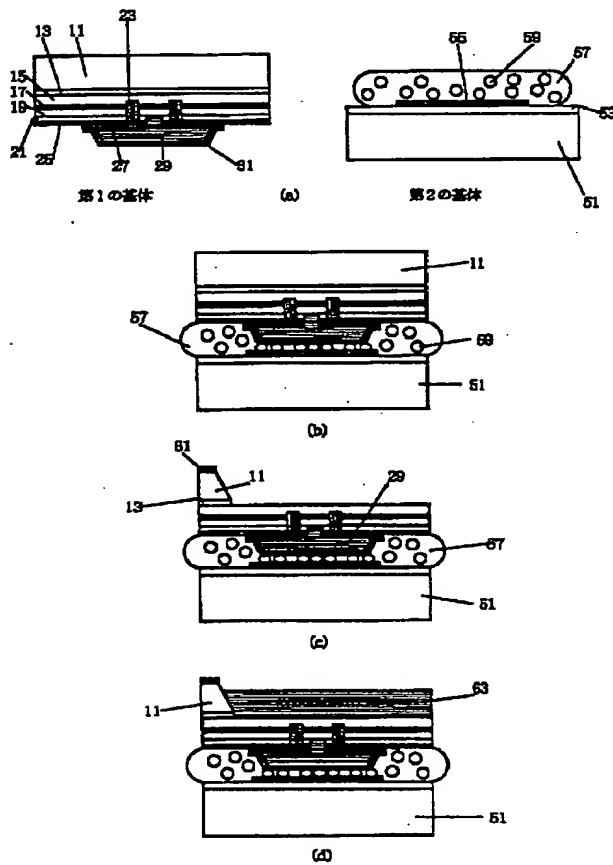
【図1】



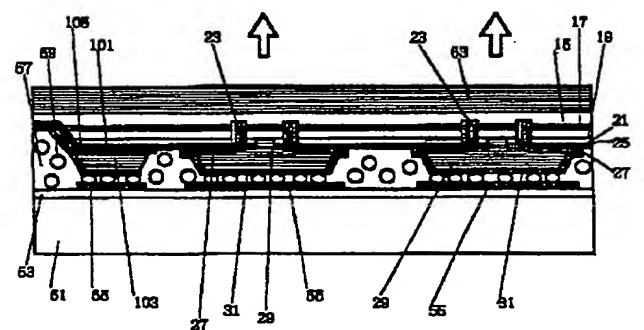
【図2】



【図3】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)